第21卷 第1期　　昆　虫　学　报　　Vol. 21, No. 1
1978 年 2 月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　February, 1978

用顺-8-十二碳烯醋酸酯诱捕梨小食心虫及棉卷蛾的田间试验*

孟宪佐　胡菊华　　李平淑
（中国科学院动物研究所）　（北京市通县果园）

摘要　1975 年我组合成了梨小食心虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯，并于 1975 年夏季和 1976 年春季在北京市通县果园进行了田间诱蛾试验。试验结果表明：合成的梨小食心虫性外激素具有强烈的诱蛾活性。在顺-8-十二碳烯醋酸酯中加入少量反式异构体能显著提高诱蛾活性，当反式异构体的含量为 10 %时活性最好。在田间试验中我们还发现，这种合成的昆虫性外激素对另一种重要害虫棉卷蛾（已知它的性外激素是顺-9-和顺-11-十四碳烯醋酸酯混合物）也有一定引诱作用，当反式异构体的含量为 12% 时诱蛾活性最高。我们对影响梨小食心虫诱蛾效果的其它因素进行了观察和研究。在一般天气下，梨小食心虫的交配活动主要在傍晚前后进行，春天在下午 5—6 点，夏天在下午 8—9 点，这时捕蛾量最多。刮大风或下大雨时它们很少活动，几乎捕不到雄蛾。

梨小食心虫［*Grapholitha molesta* (Busck)］，又名东方果蠹，简称梨小，是一种世界性的果树害虫，主要为害梨、桃、李、杏和苹果。

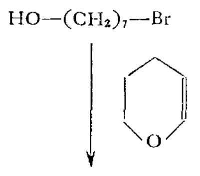
梨小食心虫性外激素是雌蛾分泌到体外，能引诱雄蛾前来交尾的一种化学物质，其主要成分是顺-8-十二碳烯醋酸酯(Roelofs 等，1969)。为了探讨用昆虫性外激素防治果树害虫的可能性，1975 年我们合成了梨小食心虫性外激素。田间试验证明，这种人工合成的昆虫性外激素诱蛾活性好，效力高，使用简便，受到果园工人和贫下中农的欢迎。在试验中我们还发现，这种合成的昆虫性外激素对另一种重要害虫棉卷蛾［*Adoxophyes orana* (Fischer von Röslerstamm)］也有一定引诱作用。

材料和方法

（一）性外激素的合成与分离

在田间试验中使用的昆虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯及其反式异构体是 1975 年合成的（中国科学院动物研究所药剂毒理室杀虫剂组，1977）。主要步骤如下：

$HO-(CH_2)_7-Br$



* 本工作蒙中国科学院动物研究所龚坤元、陈德明、刘孟英、刘珣、何忠等同志和工宣队井凤书师傅的指导和帮助，并得到该所外激素组、合成组和北京市通县果园的大力协助。

$$\text{THP}-O-(CH_2)_7-Br$$

$$\xrightarrow[\text{2. } HC\equiv C(CH_2)_2CH_3]{\text{1. } n-C_4H_9Li}$$

$$\text{THP}-O-(CH_2)_7-C\equiv C-(CH_2)_2CH_3$$

$$\xrightarrow{CH_3COCl/CH_3COOH}$$

$$CH_3C(=O)-O-(CH_2)_7-C\equiv C-(CH_2)_2CH_3$$

$$\xrightarrow{H_2/Pd\cdot CaCO_3\cdot \text{喹啉}}$$

$$CH_3C(=O)-O-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_2CH_3 +$$

顺-8-十二碳烯醋酸酯

$$CH_3C(=O)-O-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_2CH_3 \text{ (少量)}$$

反-8-十二碳烯醋酸酯

合成的昆虫性外激素是一种无色油状液体，有特异香味。经红外吸收光谱分析，含有少量反式异构体（978 cm^{-1} 有一弱吸收峰，反-CH=CH-）。用硅胶/硝酸银柱（85:15，重量；100—200 目），以苯/二氯乙烷（94:6，体积）作洗脱剂，进行层析分离（吸附剂与性外激素的重量比为 350:1），得到纯的顺-8-十二碳烯醋酸酯和反-8-十二碳烯醋酸酯。

（二）诱芯和诱捕器

诱芯，也叫散发器，是性外激素的载体。1975 年，我们使用的是滤纸芯（中国科学院动物所药剂毒理室合成组等，1976）。这种诱芯材料易得，但激素释放太快，有效时间短。1976 年我们选用了硅橡胶片和橡皮头两种诱芯。硅橡胶片是将北京化工二厂生产的室温固化硅橡胶 QD 231，加千分之五固化剂二月桂酸二丁基锡，与配好的性外激素苯溶液一起搅拌均匀，倒入固化槽内，放置几天，固化后剪成含性外激素 1 微升的胶片（25 × 10 × 2 毫米）。橡皮头诱芯，系以北京市东城橡胶厂生产的一种天然胶小瓶塞为载体，用微量注射器把配好的性外激素苯溶液滴进瓶塞的凹处，使每个诱芯含性外激素 1 微升。

我们在田间试验中使用的有粘胶诱捕器和水碗（瓶）诱捕器两种。粘胶诱捕器是由浸过蜡的两个硬纸壳（28 × 22 厘米）用铁丝串结制成的。在下壳的里面涂上粘胶，载有性外激素的诱芯从上壳垂下，悬挂在诱捕器的中间（图 1）。水碗诱捕器是将直径为 15 厘米的大碗（或盆）装满水，放入少量洗衣粉（以降低水的表面张力，使落水蛾不易跑掉），用铁丝挂在树枝上，在碗的上方系一个性外激素诱芯。

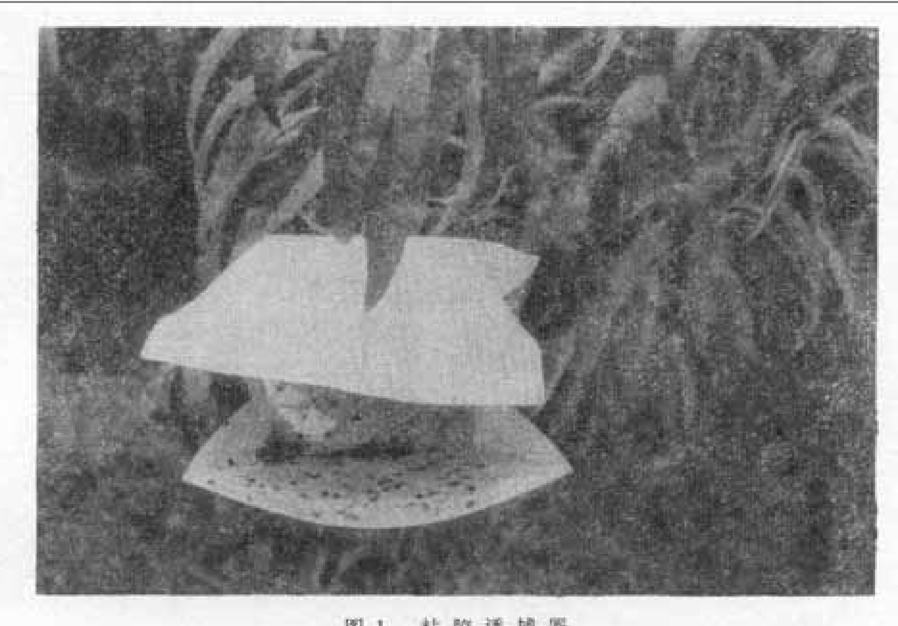


图 1　粘胶诱捕器

（三）田间试验

田间试验主要是在北京市通县的桃园里进行的。将诱捕器挂在桃树外缘的树枝上，离地面 1.5 米左右。两个诱捕器之间的距离约 30—40 米，两组诱捕器之间隔两三行树，约 30 米。诱捕器的排列是随意的，各组的次序互不相同。每天或隔日检查一次，记录诱捕的雄蛾头数。试验期间多次变动诱捕器的位置，以减少由于虫口密度的差异带来的试验误差。

结果和讨论

（一）诱蛾活性与顺、反异构体比例的关系

据报道(Beroza 等，1973；Roelofs 等，1974)，在梨小食心虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯中加入小比例的反式异构体，能提高诱蛾活性。1975 年，我们的田间试验证明，加入的反式异构体为 8% 时诱蛾活性很好(中国科学院动物所药剂毒理室合成组等，1976)。为了进一步确定诱蛾活性与顺、反异构体比例的关系，以便确定最佳配方，1976 年我们又进行了系统的田间试验。各种配方顺、反异构体的比例分别是 100:0，94:6，92:8，90:10，88:12，86:14，80:20，70:30，0:100。每种配方设四个重复，混合编成四组，每组均由上述各种配方及空白对照组成。

试验结果(表 1，图 2)表明，纯顺-8-十二碳烯醋酸酯有一定诱蛾活性，但不高。在顺式异构体中加入少量反式异构体能显著提高诱蛾活性，当反式异构体的含量为 10% 时活性最高，捕蛾量比纯顺式异构体高 10 倍。8% 和 12% 两组配方也有良好的活性，但反式异构体的含量高于 14% 时活性明显减弱，纯反式异构体诱不到雄蛾。

（二）合成性外激素对棉卷蛾的引诱作用

棉卷蛾又名苹果小卷叶蛾，简称小卷，是一种为害苹果、梨、桃等果树以及棉、茶等经

表 1 梨小食心虫性外激素的诱蛾效果
(1976 年 4 月 25—5 月 3 日)

组 别	顺、反异构体比例	诱捕雄蛾数
1	100:0	37
2	94:6	232
3	92:8	302
4	90:10	406
5	88:12	311
6	86:14	224
7	80:20	169
8	70:30	60
9	0:100	0
10	空 白	3

注: ① 1 微升性外激素/硅橡胶诱芯;
②每组四个诱捕器。

表 2 顺-8-十二碳烯醋酸酯对棉卷蛾的引诱效果
(1975 年 9 月 6—13 日)

组 别	顺、反异构体比例	诱捕棉卷蛾头数
1	100:0	1
2	96:4	2
3	94:6	2
4	92:8	2
5	90:10	0
6	88:12	136
7	84:16	0
8	70:30	0
9	0:100	0
10	空 白	0

注: ① 0.2 微升性外激素/诱捕器;
②每组四个诱捕器。

济作物的重要害虫。据鉴定(Tamaki 等, 1971),棉卷蛾的性外激素为顺-9-十四碳烯醋酸酯和顺-11-十四碳烯醋酸酯的混合物。然而,在诱捕梨小食心虫的田间试验中,我们发现顺-8-十二碳烯醋酸酯对棉卷蛾也有一定引诱作用。当顺、反异构体的比例为 88:12 时,诱蛾活性最好(表 2)。

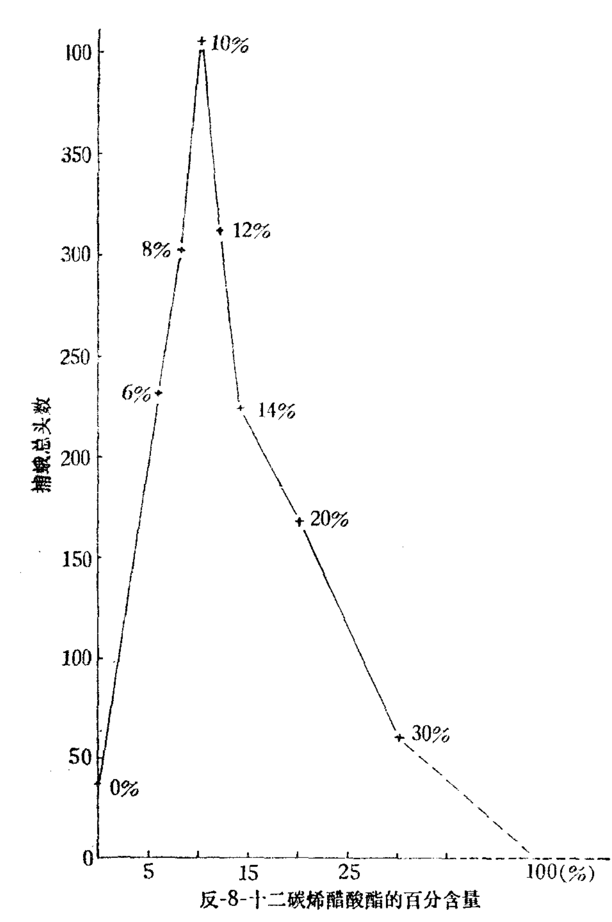


图 2 梨小食心虫性外激素的诱蛾活性与反式异构体含量的关系

(三) 影响诱蛾效果的几个因素

气候 气候的变化对梨小食心虫交配活动的影响很大,因此也直接影响性外激素的诱蛾效果。从诱芯中释放出来的性外激素通过空气传播,为一定距离内的梨小食心虫雄蛾接收,引起性行为反应并投向诱捕器。微风有利于性外激素的传播。在天气晴朗,微风拂面的傍晚,梨小食心虫的雄蛾翩翩起舞,迎风追逐,竞相飞进诱捕器。刮大风,下大雨时,它们伏在枝叶上不动,很少有蛾子进入诱捕器。但在风雨过后的傍晚,它们异常活跃,这时的捕蛾量往往相当于平时的两倍。这种情况在用性外激素诱捕器作虫情测报时是应该注意的。

交配活动时间 掌握梨小食心虫的交配活动时间,对提高诱蛾效

果和加强田间试验管理都很重要。通过两年的田间试验，我们发现梨小食心虫的交配活动主要在傍晚前后的一段时间里进行。但随着季节和天气的变化，它们交配活动的时间也有不同。在北京地区，春季气温较低，4 月底 5 月初越冬代的梨小食心虫一般在下午 5—6 点钟进行交配，这段时间里诱蛾数量最多，7 点以后捕蛾量很少增加了。但在阴天时，它们的活动时间提前，有时在下午 3—4 点钟便有许多飞蛾投向诱捕器，到 5—6 点钟天黑气冷，它们就很少活动了。在 8—9 月份，昼长夜短，天气炎热，梨小食心虫可从下午 6—7 点钟活动到晚上 9—10 点钟，但在 8—9 点钟捕蛾最多。

诱捕器的类型与位置　诱捕器的类型对诱蛾效果影响甚大。在相同条件下，粘胶诱捕器的捕蛾量比直径为 8 厘米的水瓶诱捕器多一倍（中国科学院动物所药剂毒理室合成组等，1976）。用口径较大的碗、盆等做诱捕器，由于飞蛾触水的面积加大，捕蛾量也增加。诱捕器在田间的位置对捕蛾量也有一定影响。在试验区，靠外面的诱捕器往往比里面的捕蛾量多些。这可能是由于靠外面的诱捕器性外激素作用的范围比较大些，诱来的蛾子也就多些。因此，做田间试验时，诱捕器之间的距离应大一些(比如 100 米左右)，并经常变换位置，以减少由于诱捕器位置不同而带来的试验误差。

（四）几点看法

通过两年的田间试验，我们认为装有合成昆虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯的诱捕器是一种很好的虫情测报工具。它具有灵敏度高，有效期长，使用方便等优点。梨小食心虫的性引诱作用很强烈，用性外激素诱捕器可以及时而准确地测报害虫发生的时间、分布情况和虫口密度，以便适时地、有针对性地施药灭虫。这样，不仅可以避免因盲目打药造成的人力物力的浪费，而且有利于减少环境污染和药害。以往，有些果园用糖醋水诱蛾作虫情测报，一般说来效果尚好。但春季风大干旱，蒸发很快，要不断添加；夏季雨多天热，糖醋易霉，需经常更换，人力物力耗费较多，不够方便。用性外激素诱捕器测报虫情相当简便。将性外激素诱捕器挂在田间，不怕风吹雨淋，硅橡胶片和橡皮头诱芯的有效期可达三、四个月以上。

将合成的性外激素与粘胶、水器等配合使用，可以大量诱杀成虫，降低虫口密度，减轻危害。在田间虫口密度较低时使用此法是比较有效的。梨小食心虫发生的世代多，北京地区一年发生四、五代。由于世代交错，成虫羽化参差不齐，每次施药灭虫总有一些成虫漏网，继续繁殖，造成后患。如果在田间设置一些性外激素诱捕器，就可以将漏网的雄蛾诱杀，进一步降低田间的虫口密度。

近年来，以虫治虫的生物防治获得很大发展。由于性外激素的特异性很强，在田间使用性外激素不会杀死害虫天敌和授粉昆虫。因此，在生物防治中配合使用性外激素是很有前途的。

此外，用“迷向法”干扰成虫交尾，控制害虫繁殖是用性外激素直接防治害虫的一个很有希望的途径（Roelofs 等，1975）。在我国，用合成的昆虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯及其反式异构体对梨小食心虫等果树害虫进行“迷向法”防治，是一个有待研究的重要课题。

参 考 资 料

中国科学院北京动物研究所药剂毒理室合成组、技术室外激素组，北京市通县果园科技组 1976 梨小食心虫性外激素的合成与活性。昆虫知识 **13** (2): 57—9。

中国科学院动物研究所药剂毒理室杀虫剂组 1977 梨小食心虫性外激素顺-8-十二碳烯醋酸酯的合成。化学学报(待发表)。

Beroza, M., C. R. Gentry, J. L. Blythe & G. M. Muschik 1973 Isomer content and other factors influencing captures of oriental fruit moth by synthetic pheromone traps. *J. Econ. Entomol.* **66**: 1307—11.

Roelofs, W. L., A. Comeau & R. Selle 1969 Sex pheromone of the oriental fruit moth. *Nature* Lond. **224**:723.

Roelofs, W. L. & R. T. Cardé 1974 Oriental fruit moth and lesser appleworm attractant mixture refined. *Environ. Entomol.* **3**:586—8.

Roelofs, W. L. 1975 Manipulating sex pheromones for insect suppression. *Environ. Letters* 8:41—59.

Tamaki, Y., H. Noguchi, T. Yushima, C. Hirano, K. Honma & H. Sugawara 1971 Sex pheromone of the summer fruit tortrix: isolation and identification. *Kontyu* **39**:338—40.

FIELD TRIALS FOR TRAPPING THE ORIENTAL FRUIT MOTH AND SUMMER FRUIT TORTRIX WITH THE SYNTHETIC PHEROMONE, CIS-8-DODECENYL ACETATE

MENG HSIEN-TSO HU JU-HUA LI PING-SHU

(*Institute of Zoology, Academia Sinica*) (*Tunghsien Orchard, Peking*)

In 1975 we synthesized the sex pheromone of the oriental fruit moth, *Grapholitha molesta* (Busck), cis-8-dodecenyl acetate, and field trials were conducted with traps baited with the synthetic pheromone in a peach orchard near Peking in the summer of 1975 and the spring of 1976. The results of field trials show that the attractiveness of the synthetic pheromone is very good; the addition of a small percentage of the trans isomer to cis-8-dodecenyl acetate can increase the attractiveness, and the addition of 10% the trans isomer gives the best capture. It is interesting to note that the synthetic pheromone is also attractive to males of the summer fruit tortrix, *Adoxophyes orana* (Fischer von Röslertamm), another important pest, whose sex pheromones are cis-9- and cis-11-tetradecenyl acetates. The optimal attractiveness for this insect requires 12% the trans isomer in cis-8-dodecenyl acetate.

Some factors influencing the captures of the male oriental fruit moth have been investigated in field trials. In good weather, catches were greatest in the evening, i.e., at 17:00—18:00 in spring, and 20:00—21:00 in summer, Little or no oriental fruit moths were captured during the periods of strong wind or heavy rain.